

設工認その13の補正について（第7編）

令和2年12月16日  
日本原子力研究開発機構  
原子力科学研究所

●第7編 内部火災影響評価

(1) 2. 準拠した基準及び規格の見直し

申請書第7編本文「2. 準拠した基準及び規格」について、以下のとおり記載を見直す。

2. 準拠した基準及び規格

「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」

(令和2年原子力規制委員会規則第7号)

「米国電気電子工学会（IEEE）規格384」（1977年版）

(2) 3. 設計及び評価の見直し

(2) -1 3.1 設計条件の見直し

設置許可申請書の記載に従い、申請書第7編本文「3.1 設計条件」の記載を以下のとおり見直す。

3. 設計及び評価

3.1 設計条件

本申請に係る設計条件は、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の低減の三方策を適切に組み合わせて、火災により原子炉の安全を損なわないことである。このことを確認するため、表-7.1 に示す内部火災に対する防護対象設備（以下「防護対象設備」という。）について、原子炉の安全を確保するのに必要な安全機能が火災により喪失しないことを確認する。

なお、発火性または引火性の液体を内包する設備にはパッキンの挿入または堰の設置、電気設備には過電流保護装置を設置し、火災の発生により防護対象機器へ影響しないよう考慮している。

表-7.1 内部火災に対する防護対象設備\*1

安全機能	構築物、系統及び機器	設置場所
過大な反応度の添加防止	制御棒駆動装置	原子炉建家（地階）
炉心の形成	炉心構造物	原子炉建家 （原子炉プール内）
	燃料要素	
炉心の冷却	冠水維持設備（サイフォン ブレーク弁を除く。）	原子炉建家 （原子炉プール内）
	1次冷却系設備	原子炉建家 （原子炉プール内）
炉心の保護	原子炉プールコンクリート 躯体	原子炉建家（1階）
重水を内蔵する機能	重水タンク、重水冷却系設 備	原子炉建家 （地階、原子炉プール内）
放射性物質の貯蔵機能	使用済燃料プール（使用済 燃料貯蔵ラックを含む。）	原子炉建家（1階）
原子炉の緊急停止	制御棒、スクラム機構	原子炉建家（1階、地階）
未臨界維持	制御棒	原子炉建家（1階）
工学的安全施設及び原子炉 停止系統への作動信号の発 生	安全保護回路（停止系）	原子炉建家（地階、1階） 原子炉制御棟（中央制御室）
原子炉停止後の除熱	1次冷却材補助ポンプ	原子炉建家（地階）
安全上特に重要な関連施設	非常用電源系	原子炉制御棟（地階）
計測・制御（安全保護機能を 除く。）	中性子計装設備*2、プロセ ス計装設備*2	原子炉建家（地階、1階） 原子炉制御棟（中央制御室）

\*1：原子炉停止機能の喪失事象、1次冷却材流出事故及び燃料破損事故は内部火災により引き起こされるおそれがないため、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有する設備のうち、安全保護回路（工学的安全施設）、冠水維持設備、非常用排気設備、換気系隔離弁及び重水ダンプ系は内部火災に対する防護対象設備から除外される。

\*2：崩壊熱除去運転のために監視が必要な設備に限る。

(2) -2 3.2 設計仕様の見直し

- ・申請書第7編本文「3.2 設計仕様」について、以下のとおり内部火災発生時に防護対象設備の動的機能に期待するかどうかで記載を分ける。
- ・申請漏れの確認の結果（安全保護系検出器）を反映する。
- ・ケーブルトレイの分離に係る IEEE384 の要求事項を追記する。

3.2 設計仕様

表-7.1 に掲げた防護対象設備のうち、火災の発生防止を図ることで防護するものの設計仕様を表-7.2 に、設備の多重化によって機能を確保するものの設計仕様を表-7.3 に示す。また、防護対象設備の配置を図-7.1 に示す。

なお、本申請に係る防護対象設備は全て既設であるため、新たに工事を伴うものではない。

表-7.2 内部火災に対し火災の発生防止を図ることで防護する防護対象設備の設計仕様

安全機能	名称	主要な構成設備	主要な構造、設置場所等
<u>過大な反応度の添加防止</u>	制御棒駆動装置	制御棒駆動機構管内駆動部 ( <u>制御棒バヨネットロック機構、連結桿、プランジャ</u> )、制御棒駆動機構管外駆動部 ( <u>駆動モータ、減速機、ボールスクリュー、可動コイル、位置指示検出機構</u> )、制御棒駆動機構案内管 ( <u>上部仕切弁、着座器、緩衝器、下部弁</u> )	制御棒駆動機構管内駆動部は原子炉プール水中に設置されている。制御棒駆動機構案内管は原子炉建家地下に設置されており、不燃材により構成されている。
<u>炉心の形成</u>	炉心構造物	燃料要素、照射筒、ベリリウム反射体、制御棒、制御棒案内管、格子板、格子板支持胴、プレナム、重水タンク、 <u>照射シンプル、ベースプレート、ビームチューブ、冷中性子源真空容器</u>	原子炉プール水中に設置されている。
	燃料要素	標準型燃料要素、フォローワ型燃料要素	
<u>炉心の冷却</u>	冠水維持設備 (サイフォンブレイク弁を除く。)	原子炉プール躯体 (ライニングを含む)、下部遮蔽体、 <u>原子炉プール貫通部シール構造 (前部水封用止板)</u> 、 <u>制御棒駆動機構案内管</u>	原子炉建家1階に設置されており、いずれも不燃材により構成されている。
	1次冷却系設備	1次冷却材主ポンプ、1次冷却材補助ポンプ、1次冷却材熱交換器、 <sup>16</sup> N減衰タンク、配管、 <u>弁類</u>	原子炉建家地階に設置されており、各機器の主要材料には不燃材を用いている。
<u>炉心の保護</u>	原子炉プールコンクリート躯体	原子炉プールコンクリート躯体	原子炉建家1階に設置されており、不燃材により構成されている。
<u>重水を内蔵する機能</u>	重水タンク、重水冷却系設備	重水タンク、重水ポンプ、重水溢流タンク、重水熱交換器、配管、 <u>重水精製系 (イオン交換樹脂塔、フィルタ)</u> 、 <u>弁類、重水ドレン汲上ポンプ、重水ドレンタンク、ヘリウム系設備 (ヘリウム圧縮機、凝縮器、再結合器、ヘリウムタンク、配管、弁類)</u> 、 <u>重水ダンプ弁 (接続管含む)</u>	重水タンクは原子炉プール水中に設置されている。重水冷却系設備は原子炉建家地階に設置されており、各機器の主要材料には不燃材を用いている。
<u>放射性物質の貯蔵機能</u>	使用済燃料プール (使用済燃料貯蔵ラックを含む。)	使用済燃料プール、使用済燃料貯蔵ラック	使用済燃料プールは原子炉建家1階に設置されており、不燃材により構成されている。使用済燃料貯蔵ラックは使用済燃料プール水中に設置されている。
<u>原子炉の</u>	制御棒、スクラム	中性子吸収体、フォローワ型燃料要素、制御棒駆動機構管内駆動部 ( <u>制御棒</u> )	<u>中性子吸収体、フォローワ型燃料要素、制御棒駆動</u>

<u>安全機能</u>	名称	主要な構成設備	主要な構造、設置場所等
<u>緊急停止</u>	機構	<u>バヨネットロック機構、連結桿、プランジャ</u> ）、制御棒案内管、制御棒駆動機構案内管 <u>（上部仕切弁、着座器、緩衝器、下部弁）</u>	<u>機構管内駆動部、制御棒案内管は原子炉プール水中に設置されている。制御棒駆動機構案内管は原子炉建家地下に設置されており、不燃材により構成されている。</u>
<u>未臨界維持</u>	制御棒	中性子吸収体、フォロー型燃料要素、制御棒駆動機構管内駆動部 <u>（制御棒バヨネットロック機構、連結桿、プランジャ）</u>	

表-7.3 内部火災に対し設備の多重化によって機能を確保する防護対象設備の設計仕様

安全機能	名称	火災から防護する必要がある期間	主要な構成設備	防護方針	防護設計（既設）	
					設備機器	ケーブル
工学的安全施設及び原子炉停止系統への作動信号の発生	安全保護回路（停止系）	火災発生から原子炉停止までの間、機能を確保する必要がある。	制御盤（安全保護系制御盤、安全保護系アナログ変換器盤、スクラム遮断器、原子炉停止回路）、安全保護系検出器（安全系、対数出力炉周期、1次冷却材流量、1次冷却材炉心出口温度、1次冷却材炉心出入口温度差、1次冷却材補助ポンプ停止、重水温度、重水流量、重水溢流タンク水位）	2系統に多重化し、それぞれ分離独立して設置することにより、一方の系統が火災により機能を喪失した場合においても、もう一方の系統により必要な安全機能を維持する設計する。	安全保護系を構成する設備、回路は2系統それぞれ独立した盤に設ける。盤には金属製の筐体を用いる。 安全保護系検出器は2系統それぞれ独立し設置する。	ケーブルは難燃性のものを使用しており、ケーブルを収納しているケーブルトレイはIEEE384に準拠し、すべて蓋及び底板が設けられ、異なる系統のケーブルトレイ間は水平方向、垂直方向
原子炉停止後の除熱	1次冷却材補助ポンプ	火災発生から原子炉停止後30秒までの間、機能を確保する必要がある。	1次冷却材補助ポンプ		2系統それぞれ独立した上で、ポンプ及び電動機については十分な隔離距離（機器ベース間：30cm）を確保し設置する。 ポンプ及び電動機の主要材料には不燃材を用いる。	ともに25mm以上の物理的分離が図られている（図-7.2）。ケーブルトレイに収納できない箇所については電線管により外部と隔離 <sup>※3</sup> している。
安全上特に重要な関連施設	非常用電源系 <sup>※1</sup>		非常用発電機、蓄電池、静止型インバータ装置		2系統それぞれ独立した区画に設置する。盤には金属製の筐体を用いる。	
計測・制御（安全保護機能を除く。）	中性子計装設備 <sup>※2</sup> 、プロセス計装設備 <sup>※2</sup>		安全系、対数出力炉周期系、1次冷却材流量、1次冷却材炉心出口温度 (以下、これらを「防護対象計装」という。)		中性子計装設備は2系統それぞれ独立した盤に設け、盤には金属製の筐体を用いる。 検出器は安全保護系検出器を共用する。 プロセス計装設備の現場表示器については1つのものを2系統で共用する <sup>※4</sup> 。	防護対象計装は、安全保護系とケーブルを共有しており、2系統に多重化し、それぞれ分離独立して設置されている。

※1：非常用電源系の分離独立は「JRR-3 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書（その9）」（平成31年4月2日付け31原機（科工）001をもって申請）にて申請、本申請は非常用電源設備に接続する負荷（安全上特に重要なものに限る）の電源ケーブルの分離について申請するものである※3。

※2：崩壊熱除去運転のために監視が必要な設備に限る。

※3：原子炉建家貫通部については、別途、「JRR-3 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書（その10）」（平成31年4月2日付け31原機（科研）001をもって申請）にて申請。

※4：当該表示器はプロセス計装設備（PS-3）に位置付けられているものであり、プロセス計装設備（PS-3）は、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものに該当しないため、設置許可申請書の記載に従い多重性又は多様性及び独立性は要求されない。



図-7.1 防護対象設備の配置図



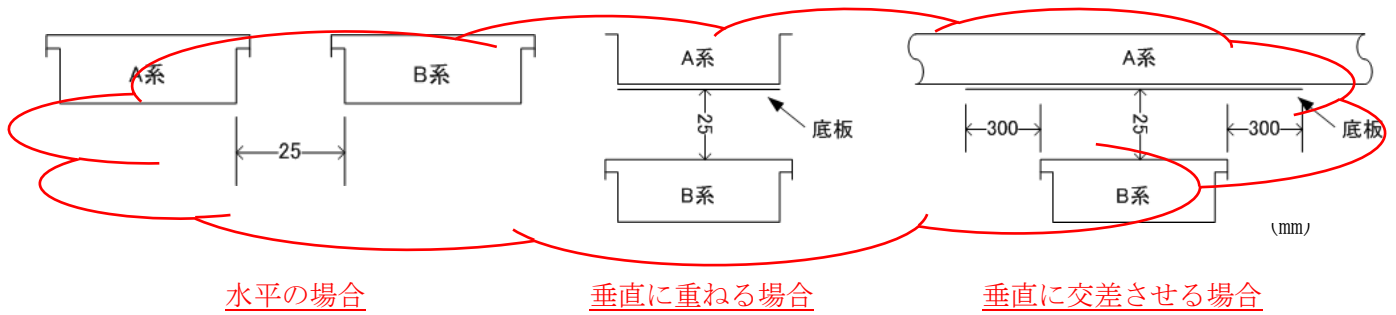


図-7.2 IEEE384 の要求事項（蓋及び底板があるケーブルトレイの場合）

(2) -3 3.3 評価条件の見直し  
 申請書第7編本文「3.3 評価条件」について、以下のとおり発火源の想定を追記する。

3.3 評価条件

- (1) 防護対象設備が設置される区画において火災が発生するおそれがある場合には、火災による防護対象設備への影響を評価する。発火源の想定は次のとおり。
- ・施設内への発火性物質、引火性物質の持込は制限するため、防護対象設備が設置されている区画全域で火災が起こるとは考えられない。このため、防護対象設備自身が発火するおそれのある場合は防護対象設備自身の発火を想定する。加えて防護対象設備周辺のケーブル火災、電気火災、油脂類を内包する設備機器の火災を想定する。
- (2) 内部火災により防護対象設備が損傷を受けるおそれのある場合には、護るべき安全機能への影響を評価する。

(2) -4 3.4 評価結果の見直し  
 3.2 設計仕様の見直しに併せ申請書第7編本文「3.4 評価結果」の記載を次のとおり見直す。

3.4 評価結果

内部火災による防護対象設備への影響評価結果を表-7.4 に示す。評価の結果、原子炉の安全を確保するのに必要な安全機能を、内部火災により喪失することはない。

表-7.4 内部火災による防護対象設備への影響評価結果 (1) (変更なし)

表-7.4 内部火災による防護対象設備への影響評価結果 (2) (変更なし)

表-7.4 内部火災による防護対象設備への影響評価結果 (3)

名称	想定発火源	防護対象設備への影響	護るべき安全機能への影響
使用済燃料プール (使用済燃料貯蔵ラックを含む。)	原子炉建家 1 階実験設備、使用済燃料プール (原子炉プール躯体) 周りの電源ケーブル 使用済燃料貯蔵ラックは使用済燃料プール水中に設置されているため、これに対する想定される発火源はない。	使用済燃料プールは不燃材により構成されているため、火災により影響を受けることはない。	なし
制御棒、スクラム機構	制御棒駆動機構管外駆動部 (電源ケーブル、駆動モータ、可動コイル) 中性子吸収体、フォロー型燃料要素、制御棒駆動機構管内駆動部、制御棒案内管は原子炉プール水中に設置されているため、これらに対する想定される発火源はない。	制御棒駆動機構案内管は不燃材により構成されているため、火災により影響を受けることはない。	なし
制御棒	中性子吸収体、フォロー型燃料要素、制御棒駆動機構管内駆動部は原子炉プール水中に設置されているため、想定される発火源はない。	なし	なし
安全保護回路 (停止系)	ケーブル、盤	防護対象設備自身が発火源となり得る。	安全保護回路及び安全保護系検出器は 2 系統に多重化し、それぞれ分離独立して設置されているため、一方の系統が火災により機能を喪失した場合においても、もう一方の系統により必要な安全機能は維持されることを確認した*1。

表-7.4 内部火災による防護対象設備への影響評価結果 (4)

名称	想定発火源	防護対象設備への影響	護るべき安全機能への影響
1次冷却材補助ポンプ	ポンプ電動機、電源ケーブル	防護対象設備自身が発火源となり得る。	1次冷却材補助ポンプ電動機又は電源ケーブルが焼損した場合、「1次冷却材補助ポンプ停止」により原子炉は自動停止するため停止機能への影響はない。 原子炉停止後の30秒間の崩壊熱除去のため、2系統あるうちの少なくとも1系統は火災から護られることを確認した*1。
非常用電源系	非常用発電機、燃料槽、蓄電池、静止型インバータ装置、電源ケーブル	防護対象設備自身が発火源となり得る。	非常用電源系は2系統に多重化し、それぞれ分離独立して設置されているため、一方の系統が火災により機能を喪失した場合においても、もう一方の系統により必要な安全機能は維持されることを確認した*2。
中性子計装設備*3、 プロセス計装設備*3	ケーブル、盤	防護対象設備自身が発火源となり得る。	防護対象計装は2系統に多重化し、それぞれ分離独立して設置されているため、一方の系統が火災により機能を喪失した場合においても、もう一方の系統により必要な安全機能は維持されることを確認した*1、4。

\*1：一部建家貫通部の分離独立のみ「JRR-3原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書（その10）」（平成31年4月2日付け31原機（科研）001をもって申請）にて申請。

\*2：非常用電源系の分離独立は「JRR-3原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書（その9）」（平成31年4月2日付け31原機（科工）001をもって申請）、非常用電源に接続する負荷（安全上特に重要なものに限る）の電源ケーブルのうち、一部建家貫通部の分離独立のみ「JRR-3原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書（その10）」（平成31年4月2日付け31原機（科研）001をもって申請）にて申請。

\*3：崩壊熱除去運転のために監視が必要な設備に限る。

\*4：プロセス計装設備の現場表示器については2系統で1つの表示器を共有しているが、中央制御室に設置されているため当該設備が発火源となり火災が発生したとしても運転員により初期消火、原子炉停止等の対応が可能である。また、当該設備への入力信号は安全保護系の信号を信号絶縁器により分岐したものをを用いているが、当該設備は安全保護系の設備とは分離された盤又は操作卓に設置されているため、当該設備を発火源とする火災が上流側の安全保護系へ影響を及ぼすことはない。

(3) 4.3 使用前事業者検査の項目及び方法の見直し

3.2 設計仕様の見直しに伴い、既設のケーブルトレイに係る寸法検査を申請書第7編本文「4.3 使用前事業者検査の項目及び方法」に以下のとおり追加する。

4.3 使用前事業者検査の項目及び方法

検査は、他の新規制基準対応に係る工事（建家耐震改修工事等）の状況を踏まえ、次の項目について適切な時期に実施する。なお、検査の詳細については、「使用前事業者検査要領書」に定める。

(1) 構造、強度及び漏えいの確認に係る検査

イ. 寸法検査

方法：a. 1次冷却材補助ポンプの機器ベース間の寸法を測定により確認する。

b. 表-7.3 に示す防護対象設備のケーブルを収納するケーブルトレイについて、異系統間の最近接距離が 25mm 以上であることを図面又は実測等により確認する。

判定：a. 1次冷却材補助ポンプの機器ベース間が 30cm 以上離れていること。

b. 表-7.3 に示す防護対象設備のケーブルを収納するケーブルトレイについて、異系統間の最近接距離が 25mm 以上であること。